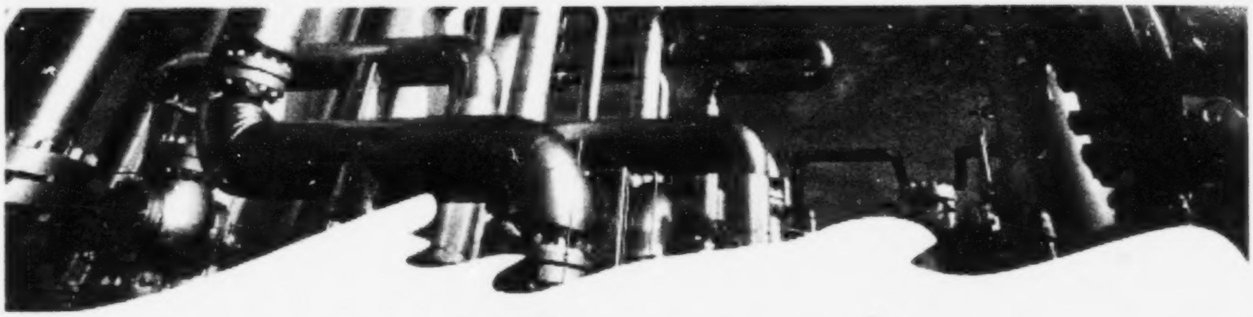


TECHNOLOGIES Saint-Laurent

EAUX USÉES INDUSTRIELLES

ÉPURATION DES EAUX USÉES PAR VOIE EXTENSIVE

RÉSUMÉ

Les stations d'épuration par voie extensive traitent les eaux usées au moyen d'écosystèmes artificiels de formes et de conceptions variées sur des surfaces de terrain relativement importantes. La station-pilote de la Biosphère, un centre d'observation environnementale au cœur de l'ancien pavillon des États-Unis d'Expo 67, comporte une mosaïque de communautés végétales; elle opère sans équipement mécanique et sans soutien énergétique important. Il s'agit d'une technologie simple, économique et efficace pour traiter les eaux usées de petites communautés en milieu tempéré. Elle s'est avérée très bien adaptée à notre climat. Le projet a permis de concevoir et de construire la station-pilote et d'effectuer le suivi de ses rendements épuratoires.

POINTS SAILLANTS

- **Technologie**
  - Basée sur les propriétés épuratoires des plantes aquatiques;
  - Station constituée de six écosystèmes disposés de manière à optimiser le traitement;
  - Temps de séjour minimal de 10 jours et débit d'environ 15 m^3/d;
  - Superficie totale d'épuration de 800 m^2.

- **Environnement**
  - Station d'épuration bien intégrée au parc urbain et à la Biosphère;
  - Absence d'odeur;
  - Au cours des cinq premiers mois d'opération, rendement supérieur à 80 % pour presque tous les paramètres et respect des normes en vigueur, sauf au démarrage;
  - Rétention des MES, de la DBO_5, de la DCO et du phosphore principalement dans les bassins à Roseau commun.

Saint-Laurent Vision 2000

Environnement Canada Protection Région du Québec — Environment Canada Protection Quebec Region

Institut de recherche en biologie végétale

Le Groupe Steica inc.

Groupe SODINCO inc.

soprin Experts-conseils

OBJECTIFS DU PROJET

PROBLÉMATIQUE

Les stations d'épuration conventionnelles sont très bien adaptées aux besoins des agglomérations de taille moyenne ou de grande taille. En revanche, pour les petites agglomérations, ces technologies s'avèrent parfois inefficaces et trop coûteuses par rapport à leurs besoins et à leur capacité de payer.

Les technologies d'épuration par voie extensive offrent plusieurs qualités qui en font une solution privilégiée pour les petites agglomérations. Elles sont :
- peu dispendieuses à construire et à opérer;
- efficaces et fiables, avec un rendement comparable à celui d'un traitement tertiaire;
- aptes à désinfecter les eaux traitées;
- faciles à maintenir en opération;
- souvent sources de bénéfices indirects tels que leur capacité à s'intégrer aux espaces verts naturels et urbains.

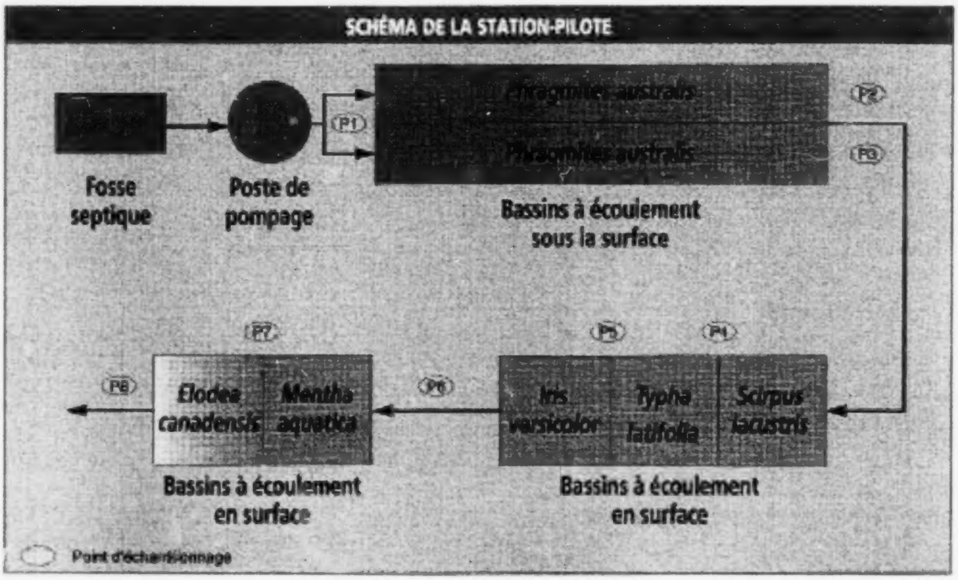
L'expérience européenne montre que ces technologies sont efficaces dans la mesure où les critères de conception et le choix des espèces végétales sont appropriés. La technologie utilisée à la Biosphère est disponible en Allemagne, en Belgique et au Danemark où elle a démontré son efficacité. Tenant compte des différences entre les conditions climatiques, les espèces végétales et les caractéristiques des eaux usées présentes dans le sud du Québec et celles qui existent dans ces pays, une évaluation détaillée des performances du système épuratoire de la Biosphère s'est avérée nécessaire afin d'en assurer un fonctionnement optimal.

TECHNOLOGIE

Le concept retenu comporte l'intégration d'une mosaïque d'écosystèmes végétaux artificiels. Au total, six écosystèmes ont été retenus, chacun d'eux étant positionné en fonction de ses caractéristiques épuratoires. Leur aménagement a été conçu de façon à optimiser l'efficacité globale du système.

Le site considéré étant un lieu public à caractère récréatif, l'établissement des débits de conception a été basé sur les prévisions d'achalandage et sur les données climatologiques de la région.

Le procédé comprend :
- une fosse septique, un poste de pompage et une chambre de répartition;
- un premier module de traitement constitué de deux bassins en parallèle à écoulement sous la surface



RÉSULTATS

colonisés par le Roseau commun (*Phragmites australis*) et alimentés sous pression par une conduite longitudinale;
-un second module de traitement constitué de deux bassins successifs à écoulement en surface et comportant des communautés végétales semi-aquatiques et aquatiques. Le premier bassin supporte la séquence des communautés à Scirpe des marais (*Scirpus lacustris*), à Quenouille (*Typha latifolia*) et à Iris versicolore (*Iris versicolor*) et vise à finaliser l'épuration. Le second bassin occupé par la communauté à Menthe aquatique (*Mentha aquatica*) suivie de celle à Élodée du Canada (*Elodea canadensis*) sert à désinfecter et à oxygéner l'eau.

La station-pilote a fait l'objet d'un suivi depuis son ouverture le 5 juin 1995; les résultats présentés ici couvrent la période du 12 juin au 13 novembre 1995. Un échantillonnage était réalisé aux deux semaines; un échantillon composé a été formé de sous-échantillons prélevés toutes les heures à chaque point d'échantillonnage pour mesurer les paramètres suivants : MES, DCO, NTK, NH_4^+, tandis qu'un échantillon instantané était prélevé pour la DBO_5, le phosphore (PO_4^{-2} et Ptot) et les bactéries (coliformes fécaux et totaux, streptocoques fécaux, bactéries totales à 22 °C et 35 °C). Les paramètres suivants ont été mesurés sur le terrain : oxygène dissous, température, conductivité, pH. La biomasse aérienne a été évaluée en octobre 1995.

Les rendements épuratoires observés lors de cette première année d'opération sont excellents. L'effluent à la sortie de la station-pilote n'a que très rarement dépassé les normes de rejet prescrites pour ce type d'effluent par le Règlement 87 de la Communauté urbaine de Montréal. Le plus souvent, les deux bassins à Roseau commun suffisaient, à eux seuls, à respecter les normes de rejets. La rétention des MES, de la DBO_5, de la DCO et du phosphore s'est effectuée principalement dans les deux bassins à Roseau commun, les bassins suivants ne jouant qu'un rôle épuratoire mineur.

Quant à l'azote (NTK et NH_4^+), son enlèvement s'est effectué graduellement le long de la chaîne de traitement; sa teneur a généralement augmenté au cours de la période de suivi. L'oxygène dissous n'a jamais constitué un facteur limitant au cours de cette première année d'opération et le pH s'est toujours situé à l'intérieur des limites acceptables. Les résultats détaillés apparaissent au tableau 1.

Le Roseau commun, le Scirpe des marais et la Quenouille ont montré une bonne croissance contrairement à l'Iris versicolore, la Menthe aquatique et l'Élodée du Canada. Ce problème semble lié à leur difficulté à s'adapter à ce milieu. Les espèces qui ont montré une croissance normale ont une productivité légèrement inférieure (Roseau commun) ou très inférieure (Scirpe des marais et Quenouille) aux mêmes espèces retrouvées dans des conditions similaires. Cette situation est toutefois normale puisque ces jeunes écosystèmes en sont à leur première saison de croissance dans ces bassins.

TABLEAU 1 RÉSULTATS OBTENUS DU 12 JUIN AU 13 NOVEMBRE 1995 À LA SORTIE DE LA STATION-PILOTE

Substance	Norme CUM*	Concentration moyenne	Concentration minimale	Concentration maximale	Rendement épuratoire (%)
MES (mg/L)	30	20,0	4	60**	67,8
DBO_5 (mg/L)	30	3,8	1	10	97,1
DCO (mg/L)		40,4	19	62	85,6
NTK (mg/L)		9,6	2,0	20	81,6
NH_4^+ (mg/L)		7,4	0,2	19,6	84,7
P total (mg/L)	1	0,16	0,02	1,32**	97,7
PO_4^{-2} (mg/L)		0,02	0,01	0,08	99,6
Coliformes fécaux (unité log/100 mL)	2,6	2,2	0	2,9**	99,96
Coliformes totaux (unité log/100 mL)	3,4	2,5	0	3,2	99,99
Bactéries hétérotrophes totales (22 °C) (unité log/100 mL)		5,6	4,0	6,3	99,92
Bactéries hétérotrophes totales (35 °C) (unité log/100 mL)		5,6	5,1	6,2	99,92
Streptocoques fécaux (unité log/100mL)		1,8	0	2,6	99,74
Oxygène dissous (mg/L)		8,9	6	18,5	
Conductivité (mS/m)		49,4	25	72	
pH	entre 6,0 et 9,5		7,37	8,01	
Température °C	65	19,6	7,7	25,7	

* Normes du Règlement relatif aux rejets des eaux usées dans les réseaux d'égouts et les cours d'eau (Règlement 87 de la Communauté urbaine de Montréal)
** Le seul dépassement des normes a été observé pour cette substance; il s'est produit au démarrage de la station-pilote

104-02254/

OBJECTIFS DU PROJET

Le projet vise à concevoir, construire et effectuer le suivi environnemental d'une station d'épuration par voie extensive économique et adaptée aux besoins de la Biosphère, un musée environnemental situé dans un parc urbain à potentiel touristique élevé.

Les stations d'épuration par voie extensive existantes sont de conceptions très variées. Le projet a permis d'adapter un concept européen au contexte québécois; les particularités de notre environnement – conditions climatiques, espèces végétales performantes pour traiter les eaux usées et caractéristiques de ces eaux – ont été prises en compte. Parmi les contraintes inhérentes à ce projet, il y a la nécessité de bien intégrer la station au parc urbain avoisinant, d'éliminer les odeurs en tout temps, particulièrement au début de la filière d'épuration, et de concevoir un système pouvant supporter une variation de débit considérable, étant donné que la Biosphère peut recevoir jusqu'à 6000 visiteurs par jour.

Le volet recherche constitue également une composante importante du projet : les connaissances acquises durant le suivi environnemental qui s'étend de juin 1995 à décembre 1997 visent à optimiser les performances de cette station-pilote, à établir clairement le potentiel d'utilisation de cette technologie dans un environnement semblable et à ébaucher les critères de conception pour la réalisation de tels systèmes dans le sud du Québec.

PROBLÉMATIQUE

Les stations d'épuration conventionnelles sont très bien adaptées aux besoins des agglomérations de taille moyenne ou de grande taille. En revanche, pour les petites agglomérations, ces technologies s'avèrent parfois inefficaces et trop coûteuses par rapport à leurs besoins et à leur capacité de payer.

Les technologies d'épuration par voie extensive offrent plusieurs qualités qui en font une solution privilégiée pour les petites agglomérations. Elles sont
- peu dispendieuses à construire et à opérer;
- efficaces et fiables, avec un rendement comparable à celui d'un traitement tertiaire;
- aptes à désinfecter les eaux traitées;
- faciles à maintenir en opération;
- souvent sources de bénéfices indirects tels que leur capacité à s'intégrer aux espaces verts naturels et urbains.

L'expérience européenne montre que ces technologies sont efficaces dans la mesure où les critères de conception et le choix des espèces végétales sont appropriés. La technologie utilisée à la Biosphère est disponible en Allemagne, en Belgique et au Danemark où elle a démontré son efficacité. Tenant compte des différences entre les conditions climatiques, les espèces végétales et les caractéristiques des eaux usées présentes dans le sud du Québec et celles qui existent dans ces pays, une évaluation détaillée des performances du système épuratoire de la Biosphère s'est avérée nécessaire afin d'en assurer un fonctionnement optimal.

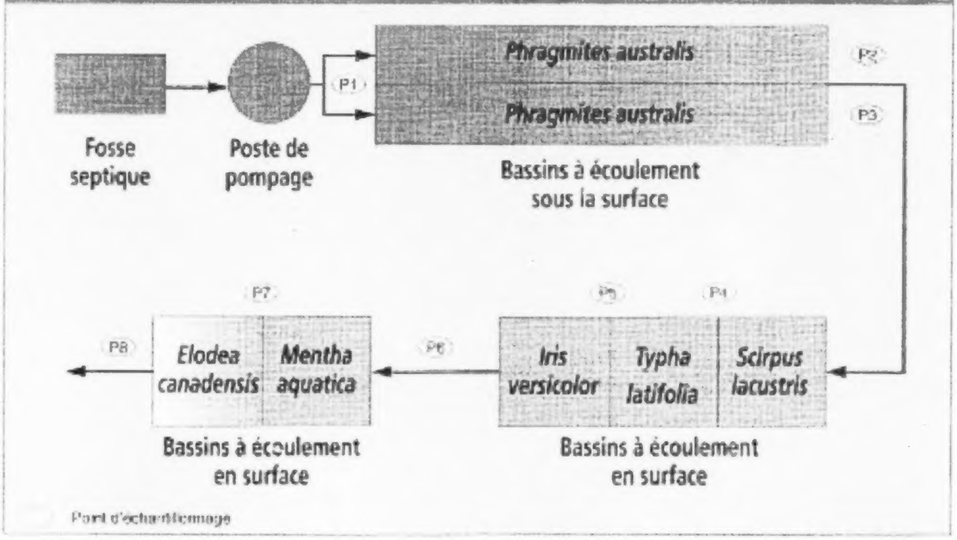
TECHNOLOGIE

Le concept retenu comporte l'intégration d'une mosaïque d'écosystèmes végétaux artificiels. Au total, six écosystèmes ont été retenus, chacun d'eux étant positionné en fonction de ses caractéristiques épuratoires. Leur aménagement a été conçu de façon à optimiser l'efficacité globale du système.

Le site considéré étant un lieu public à caractère récréatif, l'établissement des débits de conception a été basé sur les prévisions d'achalandage et sur les données climatologiques de la région.

Le procédé comprend :
- une fosse septique, un poste de pompage et une chambre de répartition;
- un premier module de traitement constitué de deux bassins en parallèle à écoulement sous la surface

SCHÉMA DE LA STATION-PILOTE



RÉSULTATS

colonisés par le Roseau commun (*Phragmites australis*) et alimentés sous pression par une conduite longitudinale; un second module de traitement constitué de deux bassins successifs à écoulement en surface et comportant des communautés végétales semi-aquatiques et aquatiques. Le premier bassin supporte la séquence des communautés à Scirpe des marais (*Scirpus lacustris*), à Quenouille (*Typha latifolia*) et à Iris versicolore (*Iris versicolor*) et vise à finaliser l'épuration. Le second bassin occupé par la communauté à Menthe aquatique (*Mentha aquatica*) suivie de celle à Élodée du Canada (*Elodea canadensis*) sert à désinfecter et à oxygéner l'eau.

La station pilote a fait l'objet d'un suivi depuis son ouverture le 5 juin 1995; les résultats présentés ici couvrent la période du 12 juin au 13 novembre 1995. Un échantillonnage était réalisé aux deux semaines: un échantillon composé a été formé de sous-échantillons prélevés toutes les heures à chaque point d'échantillonnage pour mesurer les paramètres suivants : MES, DCO, NTK, NH_4^+, tandis qu'un échantillon instantané était prélevé pour la DBO_5, le phosphore (PO_4^{3-} et Ptot) et les bactéries (coliformes fécaux et totaux, streptocoques fécaux, bactéries totales à 22 °C et 35 °C). Les paramètres suivants ont été mesurés sur le terrain : oxygène dissous, température, conductivité, pH. La biomasse aérienne a été évaluée en octobre 1995.

Les rendements épuratoires observés lors de cette première année d'opération sont excellents. L'effluent à la sortie de la station-pilote n'a que très rarement dépassé les normes de rejet prescrites pour ce type d'effluent par le Règlement 87 de la Communauté urbaine de Montréal. Le plus souvent, les deux bassins à Roseau commun suffisaient, à eux seuls, à respecter les normes de rejets. La rétention des MES, de la DBO_5, de la DCO et du phosphore s'est effectuée principalement dans les deux bassins à Roseau commun, les bassins suivants ne jouant qu'un rôle épuratoire mineur.

Quant à l'azote (NTK et NH_4^+), son enlèvement s'est effectué graduellement le long de la chaîne de traitement; sa teneur a généralement augmenté au cours de la période de suivi. L'oxygène dissous n'a jamais constitué un facteur limitant au cours de cette première année d'opération et le pH s'est toujours situé à l'intérieur des limites acceptables. Les résultats détaillés apparaissent au tableau 1.

Le Roseau commun, le Scirpe des marais et la Quenouille ont montré une bonne croissance contrairement à l'Iris versicolore, la Menthe aquatique et l'Élodée du Canada. Ce problème semble lié à leur difficulté à s'adapter à ce milieu. Les espèces qui ont montré une croissance normale ont une productivité légèrement inférieure (Roseau commun) ou très inférieure (Scirpe des marais et Quenouille) aux mêmes espèces retrouvées dans des conditions similaires. Cette situation est toutefois normale puisque ces jeunes écosystèmes en sont à leur première saison de croissance dans ces bassins.

TABLEAU 1 RÉSULTATS OBTENUS DU 12 JUIN AU 13 NOVEMBRE 1995 À LA SORTIE DE LA STATION-PILOTE

Substance	Norme CUM*	Concentration moyenne	Concentration minimale	Concentration maximale	Rendement épuratoire (%)
MES (mg/L)	30	22,2	4	60**	67,8
DBO_5 (mg/L)	30	5,8	1	10	97,1
DCO (mg/L)		42,4	19	62	[illegible]
NTK (mg/L)		9,6	2,9	20	51,6
NH_4^+ (mg/L)		7,4	0,1	19,6	84,7
P total (mg/L)	1	0,16	0,02	1,32**	97,7
PO_4^{3-} (mg/L)		0,02	0,01	0,09	99,6
Coliformes fécaux (unité log/100 mL)	3,6	2,2	0	2,9**	99,6
Coliformes totaux (unité log/100 mL)	5,4	3,5	0	5,2	99,99
Bactéries hétérotrophes totales (22 °C) (unité log/100 mL)		5,6	4,2	6,3	99,92
Bactéries hétérotrophes totales (35 °C) (unité log/100 mL)		5,6	5,1	6,2	99,92
Streptocoques fécaux (unité log/100mL)		1,8	2	2,6	99,74
Oxygène dissous (mg/L)		8,9	6	18,3	
Conductivité (mS/m)		42,4	28	72	
pH	entre 6,0 et 9,5		7,32	8,01	
Température °C	65	19,6	2,2	25,7	

* Norme du Règlement [illegible] [illegible] Règlement 87 de la Communauté urbaine de Montréal.
** [illegible]

POTENTIEL ET LIMITES

Compte tenu que cette station d'épuration est en période de rodage, les résultats obtenus au cours de cette première année d'opération ne sont pas nécessairement représentatifs des résultats futurs. En effet, les plantes n'ont pas atteint leur taille et leur densité maximales et certaines espèces ont éprouvé des problèmes d'adaptation aux besoins. Des ajustements ont été apportés en 1996 et ce n'est qu'à la fin de 1996 que les rendements épuratoires de cette station-pilote pourront être établis avec précision.

Il reste que le rendement épuratoire obtenu au cours de cette première année d'opération a été excellent et les bassins à Réseau commun ont permis à eux seuls d'atteindre les objectifs de rejets de la plupart des substances mesurées. Compte tenu de ces résultats, il sera peut-être possible d'augmenter les débits d'entrée d'eaux usées au cours des prochaines années. Cette possibilité sera sûrement évaluée au cours du suivi du projet.

INFORMATIONS

Cette fiche a été rédigée à partir des résultats d'un projet de développement technologique réalisé par l'Institut de recherche en biologie végétale en collaboration avec la Fondation universitaire luxembourgeoise, le Groupe Stéréo inc., le Groupe Sodnicom inc., Séprin Experts-conseils inc., le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, le Centre québécois de valorisation des biomasses et des biotechnologies, la Biosphère, Environnement Canada et le Bureau fédéral de développement régional.

Pour plus d'informations, s'adresser à :

Lucie Olivier, M. Sc.
Environnement Canada
Direction de la protection de l'environnement
105, rue McGill, 4e étage
Montréal (Québec)
H2Y 2E7
Tél. : (514) 283-9274
Fax : (514) 496-2921

Gilles Vincent, M. Sc.
Ville De Montréal
Hôtel de ville
Bureau du Maire
275, rue Notre-Dame est
Montréal (Québec)
H2Y 1C6
Tél. : (514) 872-2961
Fax : (514) 872-3124

Ministère de l'Environnement et de la Faune

TECHNOLOGIES *Saint-Laurent*

Les fiches d'information Technologies Saint-Laurent sont destinées aux entreprises, industries, organismes et personnes qui s'intéressent aux nouvelles technologies environnementales. Elles sont produites par la Section Développement technologique, Environnement Canada, dans le cadre de Saint-Laurent Vision 2000. Elles servent à diffuser les résultats obtenus lors des projets de développement et de démonstration technologiques réalisés dans les cinq secteurs suivants : eaux usées industrielles, sols contaminés, déchets dangereux, sédiments contaminés et outil novateur.

Vous pouvez obtenir les fiches en vous adressant à :
Environnement Canada
Section développement technologique
105, rue McGill, 4e étage
Montréal (Québec)
H2Y 2E7
Tél. : (514) 283-9274

Production :
Dianne Ouellet
Hélène Perrault

Rédaction :
Lucie Olivier, M. Sc.
Gilles Vincent, M. Sc.

Mise en page et impression :
J. B. Deschamps inc.

Révision du texte :
Monique Simond

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada, 1996

Nº de cat. En 1-17/24/1996F
ISSN 1188-7990
ISBN 0-662-81397-9F

Juillet 1996

Also available under the title: *An Extended Wastewater Treatment System*

Canada

POTENTIEL ET LIMITES

Compte tenu que cette station d'épuration est en période de rodage, les résultats obtenus au cours de cette première année d'opération ne sont pas nécessairement représentatifs des résultats futurs. En effet, les plantes n'ont pas atteint leur taille et leur densité maximales et certaines espèces ont éprouvé des problèmes d'adaptation aux bassins. Des ajustements ont été apportés en 1996 et ce n'est qu'à la fin de 1996 que les rendements épuratoires de cette station-pilote pourront être établis avec précision.

Il reste que le rendement épuratoire obtenu au cours de cette première année d'opération a été excellent et les bassins à Roseau commun ont permis à eux seuls d'atteindre les objectifs de rejets de la plupart des substances mesurées. Compte tenu de ces résultats, il sera peut-être possible d'augmenter les débits d'entrée d'eaux usées au cours des prochaines années. Cette possibilité sera soigneusement évaluée au cours du suivi du projet.

INFORMATIONS

Cette fiche a été rédigée à partir des résultats d'un projet de développement technologique réalisé par l'Institut de recherche en biologie végétale en collaboration avec la Fondation universitaire luxembourgeoise, le Groupe Steica inc., le Groupe Sodinco inc., Soprin Experts-conseils inc., le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, le Centre québécois de valorisation des biomasses et des biotechnologies, la Biosphère, Environnement Canada et le Bureau fédéral de développement régional.

Pour plus d'informations, s'adresser à :

Lucie Olivier, M. Sc.
Environnement Canada
Direction de la protection de l'environnement
105, rue McGill, 4ᵉ étage
Montréal (Québec)
H2Y 2E7
Tél.: (514) 283-9274
Fax : (514) 496-2901

Gilles Vincent, M. Sc.
Ville De Montréal
Hôtel de ville
Bureau du Maire
275, rue Notre-Dame est
Montréal (Québec)
H2Y 1C6
Tél.: (514) 872-0961
Fax : (514) 872-3124

Les fiches d'information Technologies Saint-Laurent sont destinées aux entreprises, industries, organismes et personnes qui s'intéressent aux nouvelles technologies environnementales. Elles sont produites par la Section Développement technologique, Environnement Canada, dans le cadre de Saint-Laurent Vision 2000. [illegible]

[illegible]

Juillet 1996

Also available under the title An Extended Wastewater Treatment System.

Canada

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Environnement et de la Faune

Bureau fédéral de Développement régional (Québec) Federal Office of Regional Development (Québec)

CQVB

Fondation universitaire luxembourgeoise

BIOSPHÈRE